

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-023969

(43)Date of publication of application : 26.01.2001

(51)Int.Cl. H01L 21/3065
B01D 53/34
B01D 53/68
B01J 19/08
G01N 27/62
H01L 21/205
H05H 1/00
H05H 1/46

(21)Application number : 11-198474 (71)Applicant : MATSUSHITA
ELECTRONICS INDUSTRY
CORP

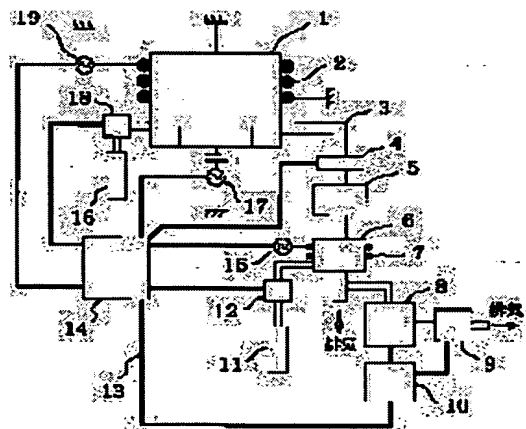
(22)Date of filing : 13.07.1999 (72)Inventor : IMAI SHINICHI

(54) PLASMA SYSTEM HAVING EXHAUST GAS MONITOR AND METHOD OF
OPERATING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a plasma system and a method of operating the same, where PFC(perfluoro compounds) contained in an exhaust gas can be monitored on a real-time basis.

SOLUTION: This plasma system performs chemical processing using a plasma of a gas containing molecules, having affinity with electrons, and includes a reaction chamber 1 for performing the processing, a pump 5 for discharging a gas within the chamber 1, a contaminant-removing unit 6 for dissolving or adsorbing the gas discharged from the chamber 1, a mass analyzer 8 for sampling a part of the gas discharged from the unit 6 for measuring the quantity of PFC contained in the exhaust gas, and a control section for controlling the operation of the unit 6, based on the result of the measurements made by the analyzer 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-23969

(P2001-23969A)

(43) 公開日 平成13年1月26日 (2001.1.26)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)
H 0 1 L 21/3065		H 0 1 L 21/302	B 4 D 0 0 2
B 0 1 D 53/34	Z A B	B 0 1 J 19/08	E 4 G 0 7 5
53/68		G 0 1 N 27/62	Z A B V 5 F 0 0 4
B 0 1 J 19/08		H 0 1 L 21/205	5 F 0 4 5
G 0 1 N 27/62	Z A B	H 0 5 H 1/00	A
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 10 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願平11-198474

(22) 出願日 平成11年7月13日 (1999.7.13)

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 今井 伸一

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(74) 代理人 100077931

弁理士 前田 弘 (外1名)

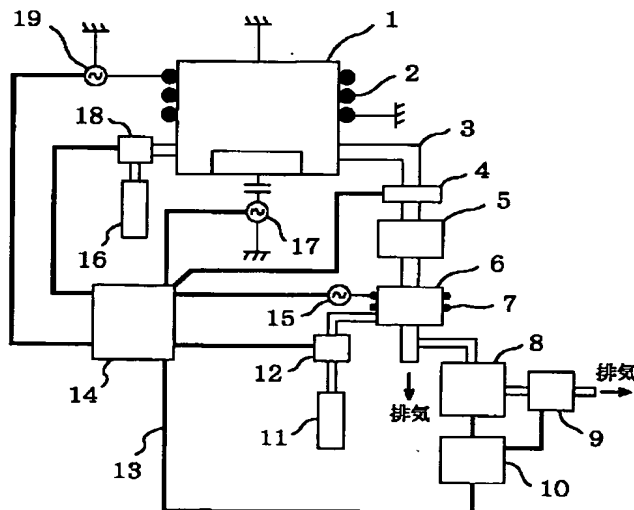
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 排ガスモニタを備えたプラズマ装置およびその動作方法

(57) 【要約】

【課題】 エッチングや薄膜堆積を行うプラズマ装置の排気ガスからパーフルオロコンパウンド (P F C) ガスの除去を確実に行う。

【解決手段】 電子親和力を有する分子を含むガスのプラズマを用いて化学的処理を行うプラズマ装置であって、処理を行うための反応室1と、反応室1中のガスを排気するポンプ5と、反応室1から排気されるガスを分解又は吸着する除害装置6と、除害装置6から排気されるガスの一部を採取し、排気ガスに含まれるP F Cの量を測定する質量分析装置8と、質量分析装置8の測定結果に基づいて除害装置6の動作を制御する制御部とを備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 プラズマを用いて化学的処理を行うプラズマ装置であって、

前記処理を行うための反応室と、

前記反応室中のガスを排気するポンプと、

前記反応室から排気されるガスを分解又は吸着する除害部と、

前記除害部から排気されるガスの一部を採取し、前記排気ガス中の電子親和力を有する分子からなる特定ガスの量を測定する質量分析部と、

前記質量分析部の測定結果に基づいて、前記除害部の動作を制御する制御部とを備えているプラズマ装置。

【請求項 2】 前記質量分析部は、前記分子に電子を付着させて負イオンを生成し、前記負イオンの量を検出することによって、前記特定ガスの量を測定する請求項 1 に記載のプラズマ装置。

【請求項 3】 前記質量分析部から排気されるガスを前記ポンプに導く配管を更に備えている請求項 1 または 2 に記載のプラズマ装置。

【請求項 4】 前記制御部は、前記除害部における質量分析結果から前記特定ガスの量を計算する第 1 演算部と、予め設定された基準値と前記第 1 演算部の計算結果とを比較し、前記除害部の動作を調節する第 2 演算部とを備えている請求項 1 から 3 の何れかに記載のプラズマ装置。

【請求項 5】 前記除害部は、プラズマを用いてガスを分解する請求項 1 から 4 の何れかに記載のプラズマ装置。

【請求項 6】 請求項 1 から 5 の何れかに記載のプラズマ装置の動作方法であって、前記質量分析部において電子エネルギーを 0 から 10 eV の範囲で変化させながら前記分子に電子を吸着させて負イオンを生成し、前記負イオンの質量分析結果を示す信号波形のピークをガウス型関数で分離する工程と、前記信号波形のうち特定のエネルギーピークについて、そのピーク値をメモリに記憶させる工程と、前記メモリに記憶されたピーク値を表示部に出力させる工程と、を包含する動作方法。

【請求項 7】 前記特定のエネルギーピークの面積強度を計算し、前記面積強度をメモリに記憶させる工程と、前記ピーク強度および前記面積強度を前記表示部に出力させる工程とを包含する請求項 6 に記載のプラズマ装置動作方法。

【請求項 8】 前記特定のエネルギーピークのピーク値と予め入力されたピーク基準値とを比較する工程と、前記特定エネルギーピークのピーク値が前記ピーク基準値以上である場合に前記化学的処理を停止させる工程とを備えている請求項 6 に記載のプラズマ装置動作方法。

【請求項 9】 前記特定のエネルギーピークのピーク値

と予め入力されたピーク基準値とを比較する工程と、前記特定エネルギーピークのピーク値が前記ピーク基準値以上である場合に前記除害部の除害効率を高める工程とを包含する請求項 6 に記載のプラズマ装置動作方法。

【請求項 10】 前記除害部で除害効率を高める工程は、前記除害部でプラズマを形成するために用いる高周波電力を増大する工程を含んでいる請求項 9 に記載のプラズマ装置動作方法。

【請求項 11】 前記負イオンとしてフッ素イオンを用いることを特徴とする請求項 6 から 10 の何れかに記載のプラズマ装置動作方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体デバイスの製造に適したプラズマ装置およびその動作方法に関し、特に、プラズマ中で形成された特定種類のガスが排気ガスに残存する量を検知することのできるプラズマ装置およびその動作方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体デバイスを製造するに際して、地球環境を汚染しないように配慮することが大きな課題となっている。半導体デバイスの製造工程には、CF₄ガスを筆頭に多種類のパールオロコンパウンド

(PFC) ガスが使用されている。これらの PFC ガス (例えば、CF₄、C₂F₆、C₄F₈、CHF₃、NF₃、SF₆など) は温暖化係数 GWP が大きいため、大気に放出されると温室効果によって大気温度が上昇し、自然環境の破壊につながる。そのため、半導体デバイスの製造業界では地球温暖化対策が真剣に検討されており、PFC に替わるガスの検討が積極的に行われている。代替ガスとして、例えば温暖化係数 GWP の小さい C₅F₈ ガス (規制対象外) を用いたプロセス等が提案されている。

【0003】 しかしながら、このような代替ガスを用いても、プラズマ中の化学反応によって PFC が生成されることが明かとなってきた。そのため、代替ガスを採用しても、プラズマ中で生成された PFC の排出を制限しない限り、地球環境の汚染を防止することはできない。プラズマ中に生成された PFC の排出を抑制するため、ドライエッチング装置に PFC 除害装置を付加することが提案されている。以下、このような PFC 除害装置の構成と動作を説明する。

【0004】 図 9 は、誘導結合型プラズマを用いたドライエッチング装置の概略図を示している。図示されている装置は、反応室 1 を備えたエッチング装置であり、反応室 1 内の基板ホルダ上に配置された半導体基板の表面に対して、エッチングを行う。反応室 1 の外周には誘導コイル 2 が設けられており、この誘導コイル 2 は高周波電源 19 に接続されている。この誘導コイル 2 に与えられた高周波電力によって反応室 1 内でプラズマが形成

される。反応室1内の基板ホルダには他の高周波電源17から基板バイアスのための電力が供給される。反応室1には、ガスボンベ16に蓄えられたガス(C₅F₈、O₂、Arなど)が流量制御装置18を介して導入される。また、反応室1は配管3を通じて排気ポンプ5に接続されている。反応室1と排気ポンプ5の間には圧力制御バルブ4が挿入されており、排気ポンプ5の後段には、排気ポンプ5から排気されるガスを分解又は吸着するための除害装置6が設けられている。反応室1中のガスは除害装置6を介して外部に排気される。

【0005】除害装置6の外周にも、高周波電源15に接続された誘導コイル7が設けられている。除害装置6には、ガスボンベ11から酸素などのガスが流量制御装置12を通して供給され、誘導コイル7に与えられた高周波電力によってプラズマ化される。このプラズマによって排気ガス中のPFCガス等が分解される。

【0006】図9の装置は、プラズマ型除害装置を採用しているが、図10に示すような触媒燃焼式装置を用いても良い。図10の除害装置は、不図示のプラズマ装置から出た排気ガスを触媒によって分解するために、ヒータ144を有する予熱室143と触媒層145とを備えている。それ以外に、この除害装置は、プラズマ装置から出た排気ガスを受け取る充填室141と、排気ガス中に含まれる水溶性ガスや微粒子を除去するための水スプレー室142と、触媒層145を透過したガスを冷却する冷却室146と、スクラバー147とを備えている。ヒータ144に投入される電力は電源149から供給され、電源149の出力は温度制御装置148によって所定温度に維持される。温度制御装置148は、ヒータ144の温度を検知する温度センサ150の出力に基づいて電源149の出力を制御する。

【0007】なお、単なる燃焼式の除害装置は、図10の除害装置から触媒層145を取り除いた構成を有している。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】従来のプラズマ装置は、排気ガスに含まれるPFCがどの程度除害されているかをモニタするための装置を備えていなかった。そのため、ある特定のプラズマ処理条件で十分な除害が達成されている場合でも、処理条件が変更されたり、変動した場合、除害が不十分になるという問題があった。このような問題を避けるため、除害装置を過剰に動作させつづけると、除害装置によるエネルギー消費が大きくなるとともに、除害装置の寿命が短くなってしまふ不都合が生じる。

【0009】本発明はかかる諸点に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、排気ガス中に含まれるPFCの量をリアルタイムでモニタすることが可能なプラズマ装置およびその動作方法を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明によるプラズマ装置は、プラズマを用いて化学的処理を行うプラズマ装置であって、前記処理を行うための反応室と、前記反応室中のガスを排気するポンプと、前記反応室から排気されるガスを分解又は吸着する除害部と、前記除害部から排気されるガスの一部を採取し、前記排気ガス中の電子親和力を有する分子からなるガスの量を測定する質量分析部と、前記質量分析部の測定結果に基づいて前記除害部の動作を制御する制御部とを備えている。

【0011】前記質量分析部は、前記分子に電子を付着させて負イオンを生成し、前記負イオンの量を検出することによって、前記特定ガスの量を測定することが好ましい。

【0012】前記質量分析部から排気されるガスを前記ポンプに導く配管を更に備えていることが好ましい。

【0013】前記制御部は、前記除害部における質量分析結果から前記特定ガスの量を計算する第1演算部と、予め設定された基準値と前記第1演算部の計算結果とを比較し、前記除害部の動作を調節する第2演算部とを備えていてもよい。

【0014】前記除害部は、プラズマを用いてガスを分解するタイプのものであってもよいし、触媒式のものであってもよい。

【0015】本発明によるプラズマ装置の動作方法は、上記何れかのプラズマ装置の動作方法であって、前記質量分析部において電子エネルギーを0から10eVの範囲で変化させながら前記分子に電子を吸着させて負イオンを生成し、前記負イオンの質量分析結果を示す信号波形のピークをガウス型関数で分離する工程と、前記信号波形のうち特定のエネルギーピークについて、そのピーク値をメモリに記憶させる工程と、前記メモリに記憶されたピーク値を表示部に出力させる工程とを包含する。

【0016】前記特定のエネルギーピークの面積強度を計算し、前記面積強度をメモリに記憶させる工程と、前記ピーク強度および前記面積強度を前記表示部に出力させる工程とを包含するようにしてもよい。

【0017】前記特定のエネルギーピークのピーク値と予め入力されたピーク基準値とを比較する工程と、前記特定エネルギーピークのピーク値が前記ピーク基準値以上である場合に前記化学的処理を停止させる工程とを包含するようにしてもよい。

【0018】前記特定のエネルギーピークのピーク値と予め入力されたピーク基準値とを比較する工程と、前記特定エネルギーピークのピーク値が前記ピーク基準値以上である場合に前記除害部の除害効率を高める工程とを包含するようにしてもよい。

【0019】前記除害部で除害効率を高める工程は、前記除害部でプラズマを形成するために用いる高周波電力を増大する工程を含んでいてもよい。

【0020】前記負イオンとしてフッ素イオンを用いる

ことが好ましい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明によるプラズマ装置およびその動作方法を説明する。

【0022】（実施形態1）図1は、本発明によるプラズマ装置の最初の実施形態を示す構成図である。

【0023】図示されている装置は、エッチングや薄膜堆積などの化学的処理を行うための反応室1を備えたプラズマ装置であり、反応室内の基板ホルダ上に配置された半導体基板の表面に対して、種々の化学的処理（例えばエッチング）を行う。反応室1内でプラズマ化するガスとして、本実施形態では、温暖化係数GWPの小さい C_5F_8 ガスを用いる。なお、温暖化係数GWPの小さいガスとして、 C_4F_6 、 C_6F_6 、 C_3F_6 などを用いても良い。

【0024】反応室1の外周には誘導コイル2が設けられており、この誘導コイル2は高周波電源19に接続されている。この誘導コイル2に与えられた高周波電力によって反応室1内でプラズマが形成される。反応室1内の基板ホルダには他の高周波電源17から基板バイアスのための電力が供給される。反応室1には、ガスボンベ16に蓄えられたガスが流量制御装置18を介して導入される。図1では単一のガスボンベ11が記載されているが、実際には複数のガスボンベの各々から所定のガスが所定流量で反応室1内に導入され得る。

【0025】また、反応室1は配管3を通じて排気ポンプ5に接続されている。反応室1と排気ポンプ5との間には圧力制御バルブ4が挿入されており、排気ポンプ5の後段には、排気ポンプ5から排気されるガスを分解又は吸着するための除害装置6が設けられている。反応室1中のガスは除害装置6を介して外部に排気されるが、排気されるガスの一部は質量分析装置8によって採取され、質量分析の対象となる。質量分析装置8のサンプリングオリフィスの直径は、除害装置の動作圧力によって変更することが好ましい。例えば、動作圧力が最大500mTorrの場合、サンプリングオリフィスの直径は500 μ m程度のものを選ぶ。

【0026】除害装置6の外周にも、高周波電源15に接続された誘導コイル7が設けられている。本実施形態の除害装置6は、プラズマによって排気ガスを分解するタイプのものである。このような除害装置6としては、公知の構成を有する除害装置を用いればよい。除害装置6には、ガスボンベ11から酸素などのガスが流量制御装置12を通して供給され、誘導コイル7に与えられた高周波電力（例えば、周波数：13.56MHz、パワー：1000～1200W）によってプラズマ化される。本実施形態では、酸素、または酸素および水の混合ガスが除害装置6に供給され、このガスのプラズマによって排気ガス中のPFCガス等を分解する。

【0027】上記構成を備えたプラズマ装置において

は、反応室1内に導入されるガスの一部がプラズマ化によって反応ガスに変化するが、未解離の状態にとどまるものもある。また、反応室1に導入するガスとしてPFCを含まないガスを用いていても、前述のように、プラズマ中の化学反応によってPFCガスが形成される。これら反応室1内のガスは全て除害装置6に送られ、排気ガスのほとんどは除害装置6によって分解または吸着される。ただし、除害装置6の動作が不安定化したり、あるいは、プラズマ装置本体で実行される化学的処理の条件が変化すると、除害装置6によってPFCガスの分解または吸着を十分に達成することができない場合がある。

【0028】圧力制御バルブ4、流量制御装置12および18、ならびに高周波電源15、17、および19の動作は、演算装置14によって制御される。演算装置14は、電気回路13を介してもう一つの演算装置10に接続されている。演算装置10および14は、例えば、CPUやメモリを備えたマイクロコンピュータによって構成されている。演算装置10と演算装置14とは、それぞれ独立したコンピュータであっても良いし、一つのコンピュータが両演算装置を兼ねていてもよい。図1の例では、プラズマ装置本体の制御に使用される演算装置14に加えて、演算装置10が除害装置6の制御用に付加されている。

【0029】質量分析装置8は、のちに説明する電子付着質量分析法によって排気ガス中のPFCガスの量を検知することができる。質量分析装置8は、付着電子を生成するためのフィラメント電極を有している。フィラメントの材料として好ましいものは、トリアコートのイリジウムフィラメントである。本実施形態では、生成効率の低い低エネルギー電子を使用するため、フィラメントには比較的大きな電流を流すことになる。

【0030】本実施形態では、質量分析装置8に採取された排気ガスは、第2の排気ポンプ9によって外部に排気される。

【0031】質量分析装置8による質量分析結果は、演算装置10によって種々の演算処理を受ける。このデータ処理の結果に基づく信号が、前述の電気回路13を介して演算装置14に送信される。

【0032】本実施形態に特徴的な点は、電子付着質量分析を行うための質量分析装置8を排気ガスモニターとして除害装置6に付加していることにある。質量分析装置8によって得られた出力信号を電気回路を介してプラズマ装置本体の演算回路に送信し、それによってプラズマ装置本体や除害装置の動作を調整することができる。その結果、除害装置6内で所定の高周波電力が出力されていないというトラブルや、酸素または酸素と水の混合ガスが所定の流量で導入されていないといったトラブルをも防止することができる。

【0033】なお、質量分析装置8を常に動作させてお

く必要はない。反応室内でエッチングや薄膜堆積などのプロセス処理を行う場合、各処理毎に一回、質量分析を行えば充分である。そうすることによって、質量分析装置8のフィラメント劣化を防止し、長期間の使用を可能にする。

【0034】電子付着質量分析によって排気ガスのモニタを行う理由は以下の通りである。

【0035】酸化膜のエッチング等、半導体装置の製造に用いられるガスは電子親和力をもつものが多く、これらのガスは負イオン化しやすい。例えば、 CF_4 、 C_2F_6 、 CHF_3 、 NF_3 、 SF_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 、および C_5F_8 などのPFCガスは、全て、電子親和力を持つ。このため、低エネルギー電子は、PFC分子のクーロン場との相互作用で共鳴的に電子が付着し、負イオンを生成しやすい。電子付着質量分析法によれば、PFCガスのこのような特性を利用できるため、PFCを定量的に測定することができる。

【0036】図2のグラフは、プラズマ中のフッ素負イオンについて、電子付着質量分析法によって得られた信号波形を示している。演算装置を用いて測定データに対するフィッティングを行い、図2のグラフに示すようなピーク値の分離を行う。フィッティングは、例えばガウス型関数を用いて行うことが好ましい。図2から、黒丸のデータポイントによって示される曲線（信号波形）が7つのピーク信号（S1～S7）の重ね合わせであることがわかる。

【0037】図2のグラフから、フッ素の負イオンを分析すれば、プラズマ中にいかなる分子が含まれるかわかる。この例では、ピークP6は CF_4 、ピークP3は C_2F_6 、ピークP2は C_3F_8 からの信号である。これに対して、ピークP7は C_5F_8 、ピークP5は C_5F_8 、ピークP4は未確定のガス、ピークP1は C_5F_8 からの信号である。ピークPi（iは自然数）の面積をSiで表示すると、例えば CF_4 が排気ガス全体に対する占有率は、 $S_6 / (S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6 + S_7 \cdots)$ で表現される。これを、本願明細書では、「フラグメント6の占有率」と称する場合がある。

【0038】このようにして、排気ガス中に存在するPFCガスの量を定量的に把握することができる。こうして求められたPFCガス量の測定値に基づいて、プラズマ装置本体や除害装置の動作を調整すれば、それによって排気ガス中のPFCガス量を低減することが可能になる。

【0039】（実施形態2）次に、図3を参照しながら、本発明によるプラズマ装置の他の実施形態を説明する。

【0040】前述の実施形態1では、質量分析装置8のための排気ポンプ9として専用のポンプを使用しているが、本実施形態では、質量分析装置8の排気ポンプをプラズマ装置本体の排気ポンプ5が兼ねている。すなわ

ち、質量分析装置8に取り込まれた排気ガスは、質量分析装置8のイオン化室と排気ポンプ5とを接続する配管20を通じて排気ポンプ5に送られる。

【0041】このような構成を採用することによって、排気ポンプの合計個数を削減し、装置コストを低減させることができる。また、質量分析装置8に採取されたガスは再び除害装置6を経て排気されることになるため、より完全に近い状態の閉じたガスシステムを構成することができる。このような構成にすれば、プロセスガスに塩素や一酸化炭素などの有害なガスを用いる場合でも、より高い安全を確保できる。

【0042】図1および図3のプラズマ装置は、除害装置6としてプラズマによってガスを分解する型のものを用いているが、触媒式の除害装置を用いても良い。図4は、触媒式の除害装置の構成を示している。

【0043】この除害装置は、プラズマ装置から出た排気ガスを触媒によって分解するために、ヒータ44を有する予熱室43と触媒層45とを備えている。更に、この除害装置は、エッチング装置などのプラズマ装置から出た排気ガスを受け取る充填室41と、排気ガスに含まれる水溶性ガスや微粒子を除去するための水スプレー室42と、触媒層45を透過したガスを冷却する冷却室46と、スクラバー47とを備えている。ヒータ44に投入される電力は電源49から供給され、電源49の出力は温度制御装置48によって調整される。温度制御装置48は、ヒータ44の温度を検知する温度センサ50の出力に基づいて電源49の出力を制御する。

【0044】このような除害装置によれば、単純な構成でありながら、CO、 SiF_4 、固形分、酸性ガス、および、PFCのうち分解しにくい CF_4 などを一括処理できる。

【0045】本実施形態では、質量分析装置8がスクラバー47が排気されるガスの一部を採取し、そのガスに対して前述の質量分析を行う。分析結果は演算装置10によって処理され、排気ガス中のPFCが定量的に把握される。排気ガス中のPFCが予め設定された基準値よりも大きい場合、演算装置14は電気回路13を通じて温度制御装置48に信号を送出し、それによって、例えばヒータ温度を増加させ、触媒によるPFCの分解を促進し、除害効率を高めるように動作する。（実施形態3）図5を参照しながら、本発明によるプラズマ装置動作方法の実施形態を説明する。

【0046】まず、反応室でエッチングなどのプロセスを実行する前に、ステップS1において、除害装置の高周波電力をオフにした状態でキャリブレーションガスとして酸素ガスを除害装置に供給する。次に、ステップS2で、除害装置の排気ガス（酸素ガス）の一部を質量分析装置に取り込むことによって質量分析のエネルギー軸について校正を実施する。エネルギー軸の校正は、質量分析装置の測定ばらつきを補償するために行う。キャリ

レーションガスとしては、酸素以外に、 SF_6 、 Cl_2 、 CO 、および C_2F_6 などの断面積データが既知のガスを用いることができる。質量分析装置内のフィラメントからFガスが放出される可能性があるので、Fのバックグラウンド量を把握して校正を行うことが好ましい。校正が終了した後、質量分析装置から終了の信号（プロセス開始命令）を出力し、プラズマ装置本体の演算装置に伝送する（ステップS3）。

【0047】ステップS4で、除害装置に高周波電力を印加し、除害装置を動作させる。ステップS5で、プラズマ装置本体においてエッチング等のプロセス処理を開始した後、除害装置から出た排気ガスの一部について電子付着質量分析を行い、排気ガス中のフッ素負イオンの信号強度を測定する（ステップS6）。ステップS7において、演算装置を用いて測定データに対するフィッティングを行い、図2のグラフに示すようなピーク値の分離を行う。フィッティングは、例えばガウス型関数を用いて行うことが好ましい。

【0048】ステップS8で、これらピーク値をプロセス時間に対応づけながら記憶装置に蓄える。記憶装置は、質量分析装置またはプラズマ装置の何れに備えられても良い。

【0049】ステップS9で、記憶装置に蓄積されているピーク値をプラズマ装置および／または質量分析装置の表示装置上で出力させてもよい。そうすることによって、プラズマ装置のオペレータがPFCの除害状況をほぼリアルタイムでモニタすることができる。

【0050】なお、質量分析装置は常に動作している必要はない。エッチングや薄膜堆積などの一つのプロセスステップの間に一度、排気ガスのモニタリングを実行すれば十分な場合も多い。

【0051】（実施形態4）図6を参照しながら、本発明によるプラズマ装置動作方法の他の実施形態を説明する。本実施形態のモニタ方法は、実施形態3のモニタ方法とプロセス開始までは同様に実行される（ステップS11～S15）。

【0052】ステップS15で、エッチングなどのプロセスを開始した後、除害装置の排気ガスの一部について電子付着質量分析を行い、排気ガス中のフッ素負イオンの信号強度を測定する（ステップS16～S17）。本実施形態では、図2のグラフに示すようにピーク値の分離を行った後、更に、各ガスのフラグメントを分離し、フラグメントの面積を積分することによって面積強度を計算する（ステップS18）。

【0053】面積強度の総和に対する各ガスの面積強度の比を求めることによって、排気ガス中に占める各ガス（フラグメント）の占有率を計算することができる（ステップS19）。ステップS20で、面積強度および占有率などの値を質量分析装置および／またはプラズマ装置の記憶装置に蓄積し、ステップS21において、例え

ばプラズマ装置の表示装置に出力させるようにしてもよい。

【0054】（実施形態5）図7を参照しながら、本発明によるプラズマ装置動作方法の更に他の実施形態を説明する。

【0055】まず、ステップS31で、プラズマ装置の演算装置に排気ガス中のPFCの放出量の上限值（例えば20ppm）を入力する。ステップS32で、処理プロセスの実行前に除害装置に酸素を流す。ステップS33で、流された酸素の一部を質量分析装置に取り込んで質量分析装置のエネルギー軸の校正を実施する。校正が終了後、ステップS34で、質量分析装置からプラズマ装置の演算装置にプロセス開始の命令が伝達される。

【0056】プラズマ装置の演算装置がこの命令を授受した後、ステップS35で除害装置に高周波電力が与えられ、ステップS36でエッチングなどのプロセスが開始する。プロセスが開始すると排気ガスが排気ポンプから除害装置に流れ、その一部を質量分析装置に取り込む。ステップS37で、電子付着質量分析法でフッ素負イオンの信号強度が測定される。

【0057】ステップS38で、質量分析装置またはプラズマ装置の演算装置における測定データのフィッティングが行われ、ピーク値が分離される。ピーク値は演算装置内の記憶装置に蓄積される。ステップS39で、さらに各ガスのフラグメントの面積を積分し、面積強度を計算する。各ガスの面積強度をたし加えたもので、各ガスの面積強度を割り算し、排気ガス中に占める各ガスの占有率を計算する（ステップS40）。この値も質量分析装置およびプラズマ装置の記憶装置とは別の記憶装置に蓄積される（ステップS41）。

【0058】ステップS42において、記憶装置に蓄積されたピーク値または面積強度値をプロセス開始前に入力されたPFCの放出量の上限值と比較する。比較の結果、上限値を越えている場合は、プロセスを停止させる（ステップS43）。

【0059】（実施形態6）図8を参照しながら、本発明によるプラズマ装置動作方法の更に他の実施形態を説明する。

【0060】まず、ステップS51で、プラズマ装置の演算装置に排気ガス中のPFCの放出量の上限值を入力する。ステップS52で、プロセスの実行前に除害装置に酸素を流す。ステップS53で、流された酸素の一部を質量分析装置に取り込んで質量分析装置のエネルギー軸の校正を実施する。校正が終了後、ステップS54で、質量分析装置からプラズマ装置の演算装置にプロセス開始の命令が伝達される。

【0061】プラズマ装置の演算装置がこの命令を授受した後、ステップS55で除害装置に高周波電力が与えられ、ステップS56でエッチングなどのプロセスが開始する。プロセスが開始すると排気ガスが排気ポンプか

ら除害装置に流れ、その一部を質量分析装置に取り込む。ステップS57で、電子付着質量分析法でフッ素負イオンの信号強度が測定される。

【0062】ステップS58で、質量分析装置またはプラズマ装置の演算装置における測定データのフィッティングが行われ、ピーク値が分離される。ピーク値は演算装置内の記憶装置に蓄積される。ステップS59で、さらに各ガスのフラグメントの面積を積分し、面積強度を計算する。各ガスの面積強度をたし加えたもので、各ガスの面積強度を割り算し、排気ガス中に占める各ガスの占有率を計算する(ステップS60)。この値も質量分析装置およびプラズマ装置の前記記憶装置とは別の記憶装置に蓄積される(ステップS61)。

【0063】ステップS62において、記憶装置に蓄積されたピーク値または面積強度値をプロセス開始前に入力されたPFCの放出量の上限值と比較する。比較の結果、上限値を越えている場合は、除害装置の高周波電力を大きくする命令をプラズマ装置または質量分析装置の演算装置から出力する(ステップS63)。高周波電力を大きくした後に前記と同様の過程を経て再度、PFCの放出量を測定し、フィードバックをかける。こうすることによって、PFCの放出を一定値以下に抑制することができる。

【0064】なお、本願明細書における「プラズマ装置」は、エッチング装置や薄膜堆積装置を含む。また、上記の各実施形態では、プラズマを用いて除害を実行しているが、触媒式や燃焼式によって除害を行っても良い。

【0065】

【発明の効果】本発明によれば、質量分析部を用いて排気ガス中に含まれるPFC量を測定するため、除害動作の状況を除害装置やプラズマ装置にフィードバックすることができる。そのため、予め設定した量よりも多くのPFCを大気に放出しないようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるプラズマ装置の実施形態を示す構成図である。

【図2】電子付着質量分析法による測定データを示すグラフである。

【図3】本発明によるプラズマ装置の他の実施形態を示す構成図である。

【図4】触媒方式排ガスモニタを付加したプラズマ装置の構成図である。

【図5】本発明によるプラズマ装置動作方法の実施形態におけるプロセスステップを示すフローチャートである。

【図6】本発明によるプラズマ装置動作方法の他の実施形態におけるプロセスステップを示すフローチャートである。

【図7】本発明によるプラズマ装置動作方法の更に他の実施形態におけるプロセスステップを示すフローチャートである。

【図8】本発明によるプラズマ装置動作方法の更に他の実施形態におけるプロセスステップを示すフローチャートである。

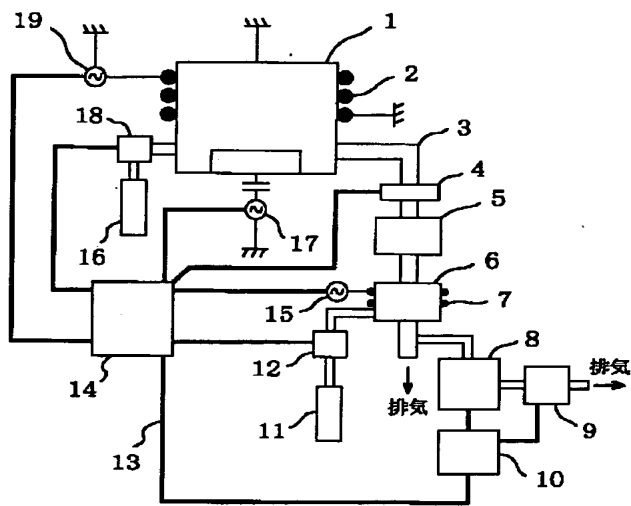
【図9】従来のプラズマ装置の構成図である。

【図10】従来の触媒式除害装置を示す構成図である。

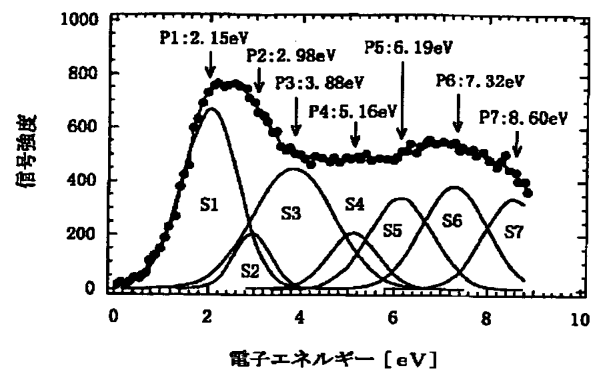
【符号の説明】

- 1 反応室
- 2 誘導コイル
- 3 配管
- 4 圧力制御バルブ
- 5 排気ポンプ
- 6 除害装置
- 7 誘導コイル
- 8 質量分析装置
- 9 排気ポンプ
- 10 演算装置
- 11 ガスボンベ
- 12 流量制御装置
- 13 電気回路
- 14 演算装置
- 15 高周波電源
- 16 ガスボンベ
- 17 高周波電源
- 18 流量制御装置
- 19 高周波電源
- 20 配管

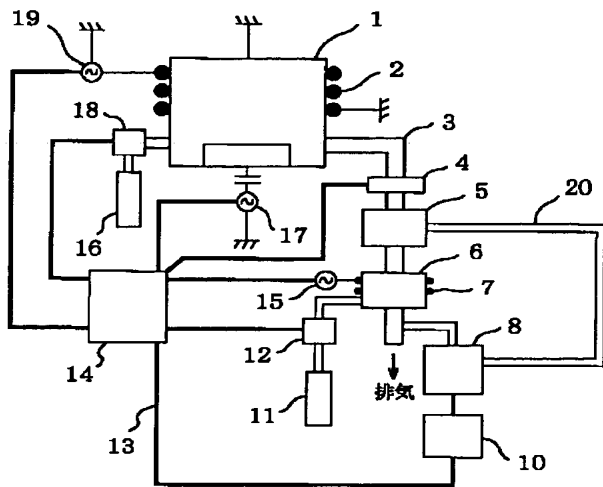
【図1】



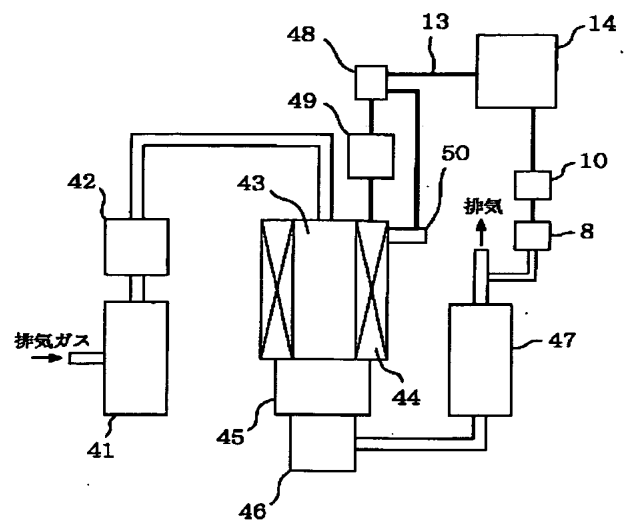
【図2】



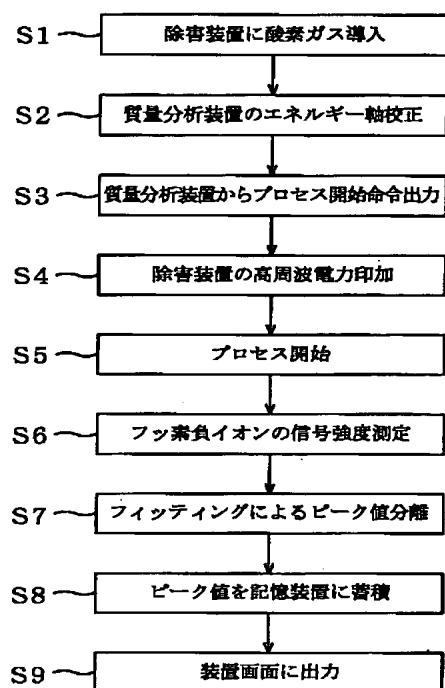
【図3】



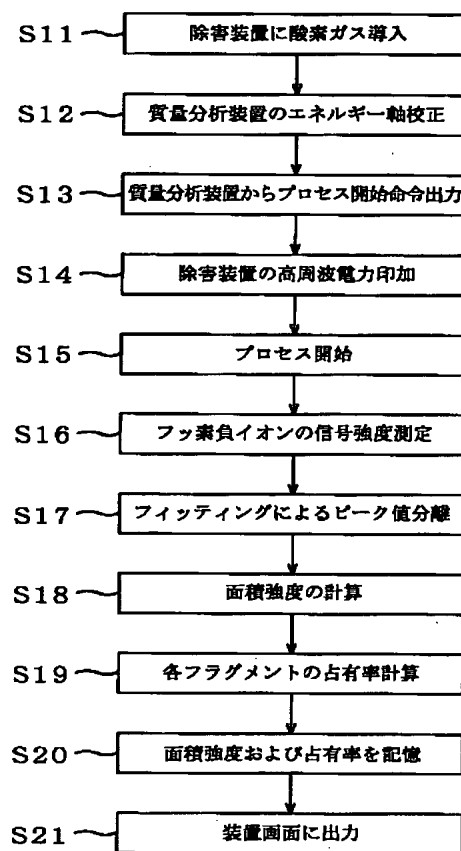
【図4】



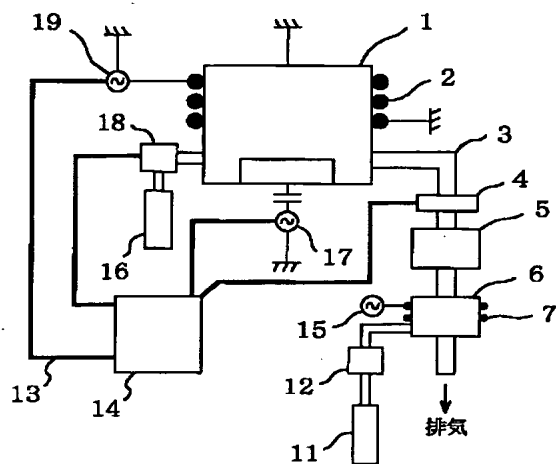
【図5】



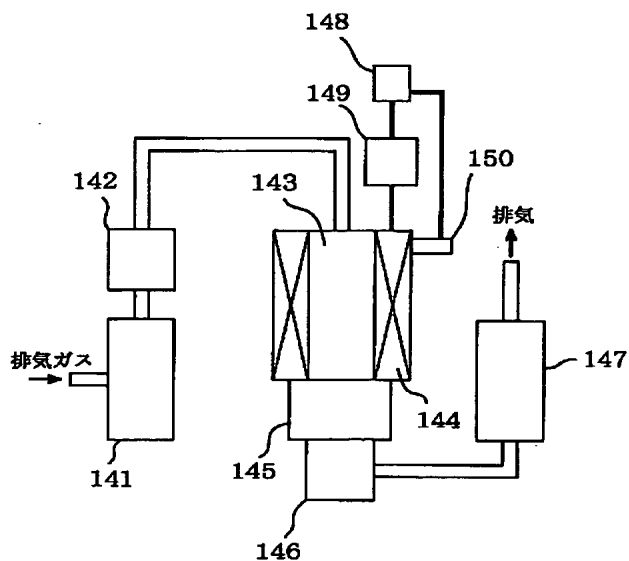
【図6】



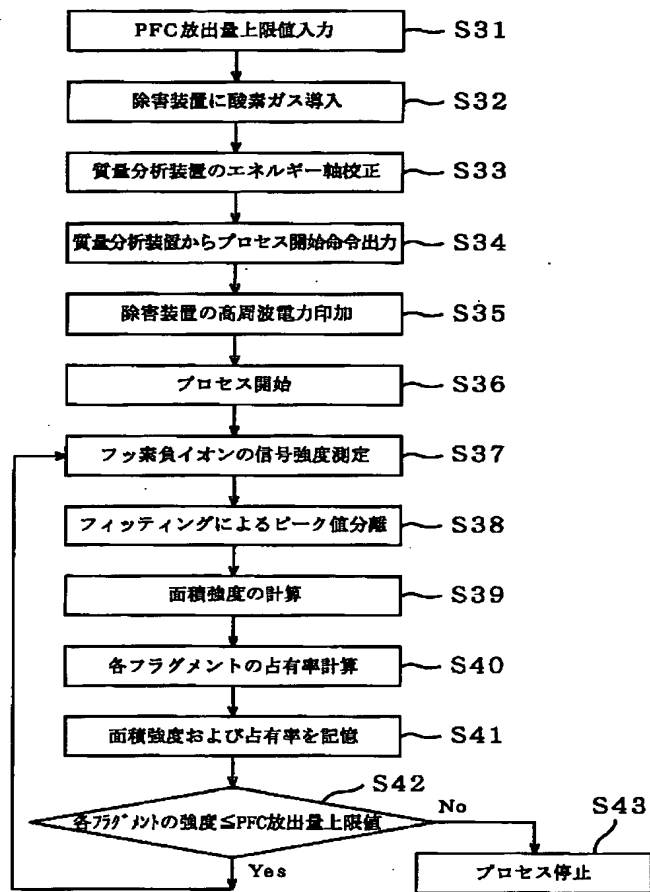
【図9】



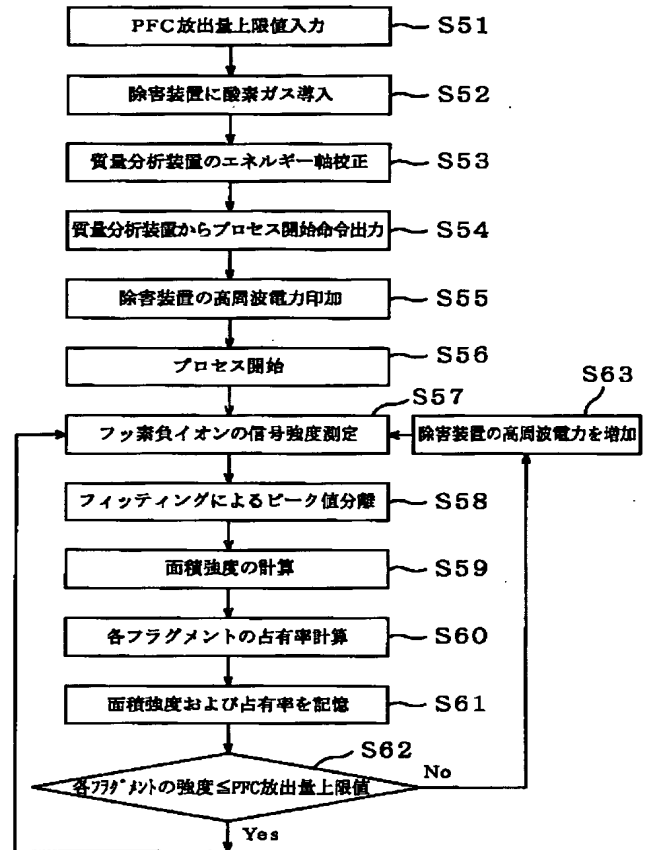
【図10】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 L 21/205

H 0 5 H 1/46

L

H 0 5 H 1/00

B 0 1 D 53/34

Z A B

1/46

1 3 4 C

F ターム(参考) 4D002 AA22 AC10 BA04 BA07 BA12

BA13 BA20 CA01 CA20 EA02

GA02 GA04 GB01 GB02 GB03

GB04 GB20 HA10

4G075 AA22 AA24 AA61 BC06 CA47

DA01 EB01

5F004 AA16 BA20 BB13 BC02 BC08

CA09 CB04 DA00 DA01 DA02

DA03 DA04 DA18 DA26

5F045 AA08 AC02 AC11 BB14 BB20

EC07 EG01 EG08 EH11 GB04

GB17